

赤峰地区敖汉苜蓿冻害及其防御技术

孙启忠, 桂 荣

(中国农业科学院草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 敖汉苜蓿在赤峰地区受冻有 4 种表现, (1) 全株未受冻; (2) 根颈上端受冻变黑, 下端仍能再生新芽; (3) 根颈全部和根的部分受冻变黑, 不能再生新芽; (4) 全株受冻死亡。引起冻害的主要原因是苜蓿播种期晚和根颈入土浅。研究结果表明, 越冬前苜蓿具有 2 个以上分枝, 根颈入土深度 5 cm 以上, 以及根颈膨大, 直径达 0.3 cm 以上者, 方能减轻或避免受冻。适时早播或带肥播种, 延长苜蓿生长期和促进幼苗生长, 同时在封冻前对平作进行浅耕覆土或深开沟冻磨平, 均能增加根颈保温层, 有效提高苜蓿越冬率。

关键词: 苜蓿冻害; 防御技术; 越冬

中图分类号: S551⁺. 7 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2001)01- 0136- 07

敖汉苜蓿 (*Medicago sativa* L. cv. Aohan) 主要分布在内蒙古赤峰地区, 以原产地敖汉旗种植面积最大。在近 50 年的栽培过程中, 该品种表现出耐寒、抗旱、丰产等特性^[1], 在当地畜牧业发展中具有举足轻重的作用。然而, 近几年该苜蓿在赤峰地区出现了播种当年不能安全越冬的现象^[2]。有关苜蓿冻害和越冬问题已有许多研究, 但对敖汉苜蓿在原产地的越冬性研究尚少见。敖汉苜蓿是赤峰地区的适生主栽牧草, 因此, 研究和解决其越冬问题具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 自然概况

试验区位于内蒙古赤峰地区敖汉旗北部的木头营子乡和古鲁板蒿乡。属大陆性季风气候, 年均温度 6℃, 最冷(1月)和最热月(7月)平均气温为-12.2℃和 23.1℃, 极端最低、最高气温分别为-30.7℃和 39.7℃; 初霜期 9 月下旬, 终霜期 5 月上旬, 无霜期 140~148 d。封冻期长达 135 d, 最大冻土深度 224 cm, 10 月中、下旬和翌年 3 月下旬、4 月份土壤昼融夜冻。1997~1999 年 4~9 月份降水量分别为 370.2, 419.8 和 391.6 mm, 无灌溉条件。土壤系复沙栗钙土, 肥力差, 透水性强。

1.2 试验处理

1.2.1 播种方法 条播, 行距大田 45~50 cm, 小区 35~40 cm, 播种量 9.0~11.25 kg/hm², 播种深度 3~4 cm。小区面积 10 m²(5×2), 3 次重复。

1.2.2 播种期 1997 年设 3 个播种期: 5 月 28 日, 6 月 15 日和 7 月 20 日; 1998 年设 8 个播

收稿日期: 2000- 06- 01

基金项目: 国家“九五”科技攻关专题研究内容(96- 016- 01- 04)

作者简介: 孙启忠(1959-), 男, 副研究员, 在读博士, 主要从事牧草生产与草地改良研究。

种期: 5 月 18 日, 5 月 30 日, 6 月 5 日, 6 月 12 日, 6 月 21 日, 7 月 4 日, 7 月 16 日和 7 月 27 日。

1.2.3 播种深度 于 1997 年 6 月 10 日播种, 深度分别为 0, 2, 4, 6 cm。

1.2.4 带肥播种 种肥为磷酸二铵(P_2O_5 : 46%, N: 18%), 施用量分别为 0, 37.5, 75 kg/hm², 于 1997 年 5 月 28 日和 1998 年 6 月 25 日播种。

1.2.5 封冻前覆土 对 1997 年 7 月 10 日播种者进行: (1) 平作不覆土(对照); (2) 平作, 封冻前覆土, 10 月下旬用培土机将土覆于苜蓿垄上, 厚约 5 cm; (3) 深开沟浅覆土, 封冻前磨平垄沟, 用犁开沟 15 cm, 播种后浅覆土, 厚约 2~3 cm, 10 月下旬磨平垄沟, 覆土厚度约 8~10 cm。

除 5 月 18 日播种的苜蓿, 在 8 月初刈割 1 次外, 其余各播种期和其他处理播种当年均不刈割。

1.3 调查项目

①分枝、越冬前株高: 常规法; ②单株重: 齐地面剪割, 称单株重; ③根颈直径: 去掉表土, 用游标卡尺测根颈膨大处; ④根颈入土深: 测量根颈上端距土表面深度; ⑤越冬芽与长度: 去掉表土, 观察根颈越冬芽数并测其长度。以上各项测定均为 10~15 次重复。⑥返青株高: 返青 25~30 d 后测株高; 以上各项测定均为 10~15 次重复。⑦越冬率: 调查 1 m 直线内植株总数和返青株数, 计算越冬率, 重复 3~5 次; ⑧受冻症状: 将 0.5 m 直线内表土去掉, 露出根颈和部分根, 观察调查受冻症状和种类, 重复 3~5 次。

调查时间: 1~5 项于 1998 年 9 月下旬进行, 6~8 项于 1998 年 5 月下旬和 1999 年 6 月初进行, 试验小区与大田调查相结合。

气候观察: 分别于 1997~1999 年 3~9 月用气温自动记录仪记录气温变化, 并求出平均气温, 用雨量计测定降水量。

2 结果与分析

2.1 早春气温变化

苜蓿一般在 3 月底 4 月初开始萌动, 早春气温的变化对苜蓿安全越冬影响较大, 从图 1 可以看出, 在 1998 和 1999 两年 4 月份冷空气活动频繁, 冷暖变化剧烈, 气温变化呈现冷暖交替进行, 最低可达 -9℃(1999 年), 最高达 10.5℃(1999 年), 苜蓿根颈处于融冻交替过程中。

2.2 苜蓿受冻症状

苜蓿在越冬过程中, 由于低温的影响出现 4 种不同的受冻表现。

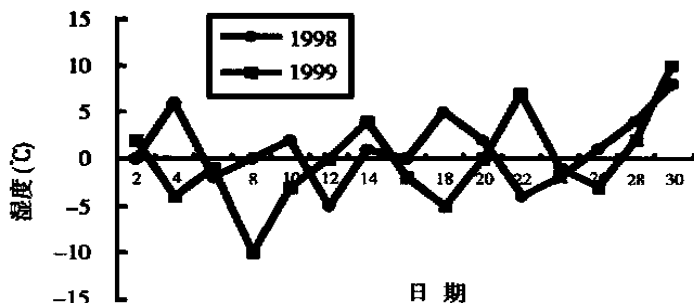


图 1 4 月份气温波动

2.2.1 未受冻伤 根颈保持完好,其上萌发 3~ 5 个或更多越冬芽或已出土形成枝条,返青正常。

2.2.2 根颈上端轻微受冻 膨大的根颈顶端受冻变黑,约占整个根颈的 1/5~ 1/4,稍显腐烂,根颈的大部分和根系保持鲜嫩状,仍有活力,根颈下部周围仍能萌发新芽,虽然可以返青,但芽或枝条长势较弱,比未受冻伤者推迟返青约 15~ 20 d,形成的枝条当年很少开花结实(约 25% ~ 35%)。

2.2.3 根颈全部受冻 膨大的根颈及根的部分受冻变黑,腐烂,已丧失活力,而其余的根仍保持鲜嫩状,尚有活力,不易拔起,但由于根颈全部腐烂、坏死,已不能再生新芽,难以返青。

2.2.4 全株受冻 根颈和根全部受冻死亡,呈干枯状或变黄、腐烂,15~ 20 cm 土层内无鲜嫩根,枯死根易于拔起,多数为播种当年生长纤细,根颈尚未膨大,没有产生分枝和越冬芽的植株,不能返青。

2.3 播种期对苜蓿越冬的影响

播种期(1997 年)的早晚对安全越冬影响较大。随着播种期的推后,苜蓿越冬率呈下降趋势,其中以 5 月 28 日播种者越冬率最高,达 81.5%,6 月 15 日和 7 月 20 日播种越冬率均较低,分别为 23.4% 和 11.2%,有些地段的越冬率为零。

播种期越早根颈入土深,根颈粗,分枝多。1997 年 5 月 28 日播种苜蓿根颈直径当年达 0.47 cm,分枝 2.3 个,翌年返青后分枝可达 2~ 3 个,返青后 25~ 30 d,株高达 17.20 cm,而 7 月 20 日播种者,根颈入土较浅,多数尚未开始膨大,直径较细,仅 0.20 cm,分枝较少,多数为单枝,尚未产生分枝,即使翌年返青,长势较弱,植株纤细、低矮,返青高度仅 7.10 cm。

随着播种期(1998 年)的推后越冬率呈下降趋势(表 1),其中以 5 月 18 日播种者越冬率最高,达 95.5%,6 月 21 日播种越冬率明显下降,仅 47.2%,降低 48.3 个百分点,与前者差异极显著($P < 0.01$),7 月 4 日播种越冬率仅 34.6%,最高不超过 41.2% ($P < 0.01$),7 月 27 日播种越冬率最低,仅 6.5%,多数地段(块)为 0($P < 0.01$)。

表 1 播种期对苜蓿越冬特性的影响(1998)

播种期 (月- 日)	越冬率 (%)	返青株高 (cm)	冬前株高 (cm)	分枝 (个/株)	越冬芽 (个/株)	越冬芽长 (cm)	根颈直径 (cm)	单株重 (g)
05- 18	98.6	56.2	72~ 80.5	3.5~ 4	5~ 7.5	5~ 6.5	0.7~ 0.95	25.3~ 32.4
05- 30	95.5	48.7	56~ 63.4	3.5~ 4	5~ 6.3	3~ 4.5	0.65~ 0.71	12.5~ 15.6
06- 05	91.8	18~ 39.1	47~ 52.1	3~ 3.5	4.5~ 6.0	2.5~ 3.0	0.55~ 0.68	5.1~ 8.0
06- 12	63.7	15~ 27.8	24~ 29.3	1~ 2	2~ 2.5	1.5~ 2.3	0.25~ 0.36	3.5~ 4.2
06- 21	47.2	10.1~ 15.6	21~ 28.5	1~ 1.5	1.5~ 2.2	1.2~ 2.1	0.22~ 0.30	3.0~ 3.8
07- 04	38.8	5.8~ 11.6	21~ 26.5	1	1~ 2.3	1~ 1.8	0.20~ 0.31	2.2~ 2.7
07- 16	18.4	5.0~ 8.9	18~ 22.7	1	0~ 1.5	乳突状	0.14~ 0.25	1.4~ 1.7
07- 27	0~ 6.5	3.1~ 5.4	13~ 15.6	1	0~ 1	微乳突状	0.05~ 0.10	0.85~ 1.5

从表 1 还可以看出,越冬率与越冬前植株状态密切相关,播种当年根颈的粗度、分枝数、株高及单株重量,在不同播期差异显著($P < 0.01$),播种期越早根颈越粗,分枝多,株高及单株重量更高,5 月 18 日播种(表 1)根颈膨大明显,直径较粗达 0.825 cm,分枝达 3.8 个,株高达 72.3 cm,单株重可达 28.6 g,越冬率 98.69%,越冬后分枝达 3.8 个,返青高度高达 56.2 cm;7 月 4 日播种,根颈多数尚未膨大,直径仅 0.3 cm,单株重量仅 2.7 g,越冬率 38.89%。即使越

冬返青, 植株生长也比较纤细、低矮, 株高仅 5.8~11.6 cm, 7 月 27 日播种, 根颈更细, 直径仅 0.05~0.10 cm, 越冬前植株呈单枝, 纤细, 株高和单株重分别为 13.6 cm 和 0.89 g, 几乎是以幼苗状态进入冬季, 仅有个别植株能越冬返青, 株高仅 3.1~5.4 cm。

播种期不同苜蓿受冻类型各异, 播种期越早越冬率越高, 反之则低。5 月 18 日至 30 日播种全株未受冻率高, 均在 95% 以上。6 月 12 日播种全株未受冻率明显下降至 43.3%, 与 5 月 18 日相比下降了 52.2~55.3 个百分点, 差异极显著($P<0.01$), 至 7 月 27 日播种, 未受冻率下降为 0。全株受冻率与未受冻率变化相反, 1998 年 6 月 12 日播种全株受冻率为 14.5%, 到 7 月 16 日明显升高至 63.6%, 上升了 49.1 个百分点, 差异极显著($P<0.01$), 7 月 27 日更高, 达 87.9%; 年度间受冻率略有差异, 1997 年 6 月 15 日播种者, 全株受冻率为 43.5%, 7 月 20 日上升至 78.3%。这说明根颈上端受冻和根颈全部受冻都集中在 6 月 15 日和 7 月 15 日播种期上, 其他播种期内这 2 种受冻类型较低, 根颈上端受冻率低于根颈全部受冻率, 前者最高为 26.7%, 后者高达 33.6%。

表 2 不同种肥施量对苜蓿越冬的影响

播种期 (年-月-日)	施肥量	越冬率(%)	根颈直径 (cm)	老枝 (个/株)	新分枝 (个/株)	返青高度 (cm)
1997- 05- 28	0(ck)	81.5	0.47	2.3	2.3	17.2
	37.5	89.6	0.53	2.8	2.6	21.6
	75	96.6	0.72	3.1	3.5	27.3
1998- 06- 25	0(ck)	47.2	0.26	1.5	2.1	13.4
	37.5	78.3	0.51	2.6	3.2	24.8
	75	93.1	0.67	3.4	4.0	31.3

2.4 施种肥对苜蓿越冬率的影响

施用种肥能明显地提高越冬率, 随着种肥施用量的增加越冬率也相应提高(表 2)。2 年越冬率以施种肥 75 kg/hm² 最高, 分别达 96.6% 和 93.1%; 施种肥 37.5 kg/hm² 次之, 为 89.6% 和 78.3%; 以对照区最低, 为 81.5% 和 47.2%。主要是施种肥促进了根颈生长变粗, 如施肥 75 kg/hm² 根颈明显比对照区的根颈粗, 前者为 0.72 cm 和 0.67 cm, 而后者仅 0.47 cm 和 0.26 cm。此外, 施种肥可促进当年和翌年的分蘖, 2 年的结果新、老枝条也均以施 75 kg/hm² 者最高, 分别为 3.5 个/株和 3.1 个/株, 3.4 个/株和 4.0 个/株。施用种肥也可促进苜蓿提早返青, 使返青期提早 5~7 d, 返青高度明显提高, 由 17.2 cm 提高到 27.3 cm(1997 年)和 13.4 cm 提高到 31.3 cm(1998 年)。

2.5 覆土厚度对苜蓿越冬率的影响

覆土厚度不仅影响出苗率, 而且对翌年越冬返青也有较大的影响。不覆土或覆土过厚(6 cm)对出苗均不利, 覆土 2~4 cm 出苗最好, 但越冬率则随着覆土厚度的增加而提高, 覆土越厚根颈入土也越深, 根颈也粗, 覆土 6 cm 根颈入土达 7.5 cm, 直径 0.47 cm, 越冬率 76.1%, 相反不覆土者根颈入土仅 1.2 cm, 直径仅 0.22 cm, 越冬率最低, 为 14.1%。

2.6 封冻前覆土对苜蓿越冬率的影响

深开沟磨平和平作覆土 2 项措施均能增加根颈的入土深度, 根颈入土分别达 12.6 cm 和 8.3 cm, 而对照区的仅 3.5 cm, 覆土后一方面增加根颈保温层的厚度, 另一方面也改善了根颈周围的水热条件, 使根颈增粗, 由对照区的 0.14 cm 提高到 0.41 cm 和 0.28 cm, 二者差异极

显著($P < 0.01$),同时提高了越冬率,由对照区的 12.5% 提高到 93.5% 和 83.4%,分别提高了 81.0 个百分点和 70.9 个百分点,差异极显著($P < 0.01$)。从试验结果可以看出,深开沟磨平虽能提高越冬率,但由于覆土较厚,造成较多越冬芽出土过慢,不能进行光合作用而处于黄芽状态,或因出土晚被植株或杂草遮阴,竞争力弱而变为无效植株,或因在地下时间过长,根部营养不足而中途死亡等。而平作覆土较薄,既能起到保护作用,又有利于越冬芽出土,越冬后成活植株较多,每行 127.1 株/m,而对照区越冬后成活植株较少,每行仅 20.3 株/m。

3 讨论

3.1 受冻时间与冻害类型

Schwab^[3,4]将苜蓿冻害分为六级:一级无冻害;二级 25% 受冻;三级 50% 受冻;四级 75% 受冻;五级再生芽仅从根颈下端萌发;六级全株冻死。当 3 月底 4 月初,气温回升到苜蓿生物学起点温度以上时开始萌动,而此间温度变化剧烈,白天阳光辐射强度增大,干燥的沙质土导热快,遇热后地温骤升,地表最高温度可达 25~26.7℃,夜间散热迅速,地温锐降,地表最低温度达-10.3~-14.2℃,在冷热交替变化中,根颈细胞间隙水分也发生冻融交替变化,引起根颈和根细胞受损。有些直径较粗或入土较深的根颈受冻较轻,仅是上端受冻变黑,其余根颈保持鲜嫩尚存活力,仍可再生新芽,直径细或入土较浅者根颈受冻严重,根颈全部和部分根受冻变黑,病菌乘虚而入造成根颈和部分根腐烂,而失去活力,不能再生新芽,这点与 Schwab 的结果一致。从生理上看,在 4 月份解除休眠后的苜蓿根颈中含糖量已降到冬春季的最低点,此时耐寒性较低^[5,6],在冻融交替的剧烈变温影响下,根颈极易遭冻害。所以根颈受冻变黑多发生在冷热剧变的早春,而全株受冻死亡则发生在冬季的全过程。在调查中发现全株受冻死亡植株在越冬前株型都较小、纤细,呈幼苗状,根颈和根较细,根颈未膨大,多数为单株,很少有分枝,冬季过后,土壤水分较差地方都呈干枯状,土壤水分较好地方根颈和根变黄、腐烂。McKersie^[7]指出,根颈的耐寒性与苜蓿越冬前植株的状态和营养物质含量及合成时间密切相关,植株越大越成熟,合成量越多,合成时间越长,根颈越耐寒。苜蓿幼苗耐寒性差,对秋季霜冻极为敏感,在秋季霜中茎、叶受冻,光合作用停止,营养物质合成时间缩短,合成量减少,使营养物质转移到根颈中的量减少,从而减弱了根颈的耐寒性,在冬季低温过程中根颈和根很容易受冻而死亡,脱水后植株变为干枯状或变黄腐烂。

3.2 受冻原因

苜蓿受冻与许多因素有关,如土壤水分和低温,刈割制度,耐寒性及越冬前状态等。敖汉苜蓿播种当年越冬受冻除持续一定时间的低温和剧烈变温等自然因素及品种本身的抗寒性退化外,更主要的是由于栽培技术措施不当所造成。

3.2.1 播种期晚 在敖汉旗,苜蓿播种多在 6 月 10 日至 8 月初之间进行,从播种到苗齐约需 10~15 d,如播种后下雨不及时苗齐还需更长时间,而敖汉旗初霜期在 9 月下旬,这样苜蓿的生长时间只有 60~75 d 或更短。由于生长时间短,加之近几年夏季干旱少雨,严重地制约了苜蓿幼苗生长,使得植物体内养分积累较少,特别是在冬季来临之前有些植株的根颈还未开始膨大和分蘖枝条即停止生长。Sulc^[8,9]等指出苜蓿的耐寒性与其越冬前发育状况,特别是根颈和根的形态特性密切相关,Schwab^[3,4]等发现根颈和根越粗,苜蓿耐寒性越强。本研

究的结果也证实了这一点。6 月初之前播种由于延长了苜蓿生长时间, 根颈膨大, 直径达 0.47~0.95 cm, 当每株有分枝 2.3~3.5 个时越冬率就明显提高; 而 6 月 15 日至 7 月 25 日播种, 由于幼苗生长时间短, 不论是根颈直径还是分枝数, 明显不及 6 月初之前播种, 表现在越冬率上也明显较低, 这说明适时早播有利于苜蓿生长、根颈膨大和分蘖增加, 促进生长量和营养物质的积累, 提高根颈和根的耐寒力, 降低受冻率。而 6 月 15 日以后播种在越冬前仍处于幼苗状态, 植株纤细, 根颈未膨大, 体内营养物质积累较少, 根颈的耐寒性较弱, 受冻率较高, 从而使越冬率降低^[10,11]。

3.2.2 根颈入土浅 近几年敖汉旗植树造林、种草防风固沙成效显著, 风沙明显减少、减小, 过去靠自然覆沙增加根颈的覆土厚度来保护根颈不受冻害的效果在明显减弱, 自然覆沙层较薄或没有, 这就使得苜蓿根颈入土深度明显不如过去, 保温层变薄, 使根颈受冻害成为可能。本项研究表明, 播种时的覆土厚度可直接影响根颈的入土深度, 覆土厚根颈入土深, 根颈受冻害的可能减小, 同时根颈的入土深度又促进了根颈生长膨大, 增强了植株的耐寒性, 从而提高了越冬率。封冻之前进行浅耕覆土和深开沟磨平, 对苜蓿安全越冬过春有明显效果, 由于覆土后增加了根颈的保温层, 提高了根颈处的温度和改善了水分状况, 同时也减少了温度日较差, 降低或减轻了根颈冻害。这说明播种当年的苜蓿越冬与其根颈入土深度有关^[12~14], 入土越深根颈越粗, 越容易越冬, 在调查中发现, 根颈受冻变黑, 腐烂多数在 2~4 cm 之间的入土处, 入土 5 cm 以下根颈受冻明显减少。

3.3 防御技术

适时早播能明显地提高苜蓿越冬率, 5 月 18 日~6 月 10 日为越冬适宜播种期, 一般越冬率在 60% 以上; 6 月 15 日至 7 月 5 日为越冬临界播种期, 越冬率的高低取决于 6 月 15 日之后的降雨量, 降雨多, 植株生长旺盛, 入冬前产生分枝者, 越冬率高, 反之则低, 一般越冬率在 23.4%~47.2%; 7 月 15 日至 7 月 25 日为越冬困难播种期, 越冬率较低为 6.5%~18.4%。目前生产中采用的苜蓿种子多为无包衣种子, 播种当年很少有根瘤形成, 赤峰地区为贫瘠的复沙栗钙土, 播种时带适量(37.5~75 kg/hm²)的种肥有利于幼苗生长和营养物质的积累, 促进根颈增粗, 增加耐寒性, 提高越冬率。增加覆土厚度虽能增加根颈入土深度, 提高越冬率, 但考虑到播种当年的出苗率, 覆土不宜过厚, 以 2~4 cm 为宜, 深开沟冻磨平与封冻前培土效果一样, 能增加根颈保温层厚度, 提高越冬率^[15], 但开沟深度和培土厚度不宜过深过厚, 一般开沟在 10~15 cm, 应严格控制覆土厚度, 培土厚度应在 5~8 cm, 在大田中平作覆土比深开沟浅覆土冻磨平更方便易行。

参考文献:

- [1] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 41-46.
- [2] 孙启忠, 桂荣. 内蒙古赤峰地区敖汉苜蓿越冬初步研究[J]. 中国草地, 1999, (2): 30-33.
- [3] Schwab P M, Barnes D K, Sheaffer C C. The relationship between field wilting injury and fall growth score for 251 alfalfa cultivars[J]. Crop Sci, 1996, 36: 418-426.
- [4] Schwab P M, Barner D K. Factor affecting a laboratory evaluation of alfalfa cold tolerance[J]. Crop Sci, 1996, 36: 318-324.

- [5] 孙启中,王育青. 关于苜蓿抗寒性的几个问题[J]. 牧草与饲料, 1992, 7(2): 31– 33.
- [6] 户利坤. 不同播种期苜蓿越冬性能的研究[J]. 草地与饲料, 1990, 5(4): 66– 67.
- [7] Mckersie B D. Superoxide dismutase enhances tolerance of freezing stress in transgenic alfalfa[J]. Plant Physiol, 1993, 103: 1155– 1163.
- [8] Sulc R M, Alboecht K A, Duke S H. Leakage of intracellular substances as an indicator of freezing injury in alfalfa[J]. Crop Sci, 1991, 31: 430– 435.
- [9] Sulc R M, Albrecht K A. Leakage of cutracellular substances alfalfa roots at various subfreezing temperatures [J]. Crop Sci, 1991, 31: 1575– 1578.
- [10] Schwab P M. Field and laboratory methodologies for measuring winter survival and cold tolerance in alfalfa [A]. M S Thesis University of Minnesota[C]. New York: Elseviser Science Publishing, 1993. 36– 47.
- [11] 赵宇光, 吴渠来, 许令任, 等. 冷季紫花苜蓿和黄花苜蓿抗冻性的变化[J]. 中国草地, 1984, (4): 15– 18.
- [12] Green D G. Solable sagas changes occurring during cold hardening of alfalfa[J]. Canadian Journal of Plant Sci, 1983, 63(2): 415– 420.
- [13] 许令任, 林柏和, 刘平萍, 等. 几种紫花苜蓿营养物质含量动态的研究[J]. 中国草原, 1982, (3): 5– 8.
- [14] Levitt J. Responses of plants to environmental stress[M]. New York: Plenum Publishing, 1980. 490– 497.
- [15] 闵继淳. 紫花苜蓿秋、冬播种的初步研究[J]. 草地与饲料, 1989, 3(4): 21– 23.

Research on Winter Injury and Prevent Technique of Alfalfa (*Medicago sativa* L. cv. Aohan) in Chifeng Region

SU N Qi-zhong, GUI Rong

(Grassland Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Huhhot, Inner Mongolia 010010, China)

Abstract: In Chifeng region, the winter injury of alfalfa was classified into four kinds: (1) no injury, (2) the injured alfalfa regenerating new buds from roots, (3) no regenerating new buds from roots, (4) dead plant. The reason of winter injury was that the planting date was late and the roots before overwinter are weak and shallow. Therefore, the measures of early-sowing in good time and shallow-ploughing and covering soil before over winter could efficiently accelerate the growth of seedlings and reduce winter injury.

Key words: Alfalfa; Winter injury; Defensing technique